



⑦1 Anmelder:  
Interelectric AG, Sachseln, CH

⑦4 Vertreter:  
Grünecker, A., Dipl.-Ing.; Kinkeldey, H., Dipl.-Ing.  
Dr.-Ing.; Stockmair, W., Dipl.-Ing. Dr.-Ing. Ae.E. Cal  
Tech; Schumann, K., Dipl.-Phys. Dr.rer.nat.; Jakob,  
P., Dipl.-Ing.; Bezold, G., Dipl.-Chem. Dr.rer.nat.;  
Meister, W., Dipl.-Ing.; Hilgers, H., Dipl.-Ing.;  
Meyer-Plath, H., Dipl.-Ing. Dr.-Ing.; Ehnold, A.,  
Dipl.-Ing.; Schuster, T., Dipl.-Phys.; Goldbach, K.,  
Dipl.-Ing. Dr.-Ing.; Aufenanger, M., Dipl.-Ing.,  
Pat.-Anwälte, 8000 München

⑦2 Erfinder:  
Fütterer, Bodo, Luzern, CH

⑤4 Statorblechpaket für einen Elektromotor und Verfahren zum Herstellen eines Stators

Bei bekannten Elektromotoren, bei denen der Stator aus Blechpaketen zusammengesetzt ist, ergeben sich insbesondere bei großen axialen Längen Schwierigkeiten mit der Anbringung der Statorwicklungen.

Bei dem Verfahren werden Statorbleche ausgestanzt, bei denen die seitlichen Enden der Polschuhe über Verbindungsstege (12) miteinander verbunden sind. Der äußere Rand (10) der Statorbleche wird beim Stanzen abgetrennt. Nach dem Umwickeln der die Pole (5) bildenden Stege (11) werden die Ränder (10) in Form einer Hülse (13) auf das bewickelte Statorblechpaket (9) aufgeschoben.

Die Erfindung findet Anwendung bei der Herstellung von Elektromotoren.

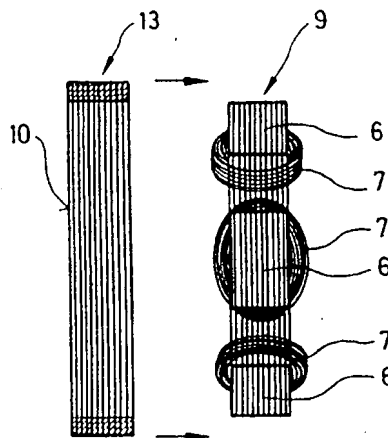


FIG.3

Die Erfindung bezieht sich auf ein Statorblechpaket für einen Elektromotor mit Statorwicklungen, bei dem die das Paket bildenden Statorbleche einen äußeren, im wesentlichen kreisringförmigen Rand aufweisen, von dem aus Pole bildende Stege nach innen gerichtet sind, die an ihren radial inneren Enden Polschuhe tragen, wobei die Polschuhe, die Pole und der Rand Wickelräume für die Statorwicklungen begrenzen. Die Erfindung bezieht sich auf ein Verfahren zum Herstellen eines Stators aus einzelnen Statorblechen für einen Elektromotor mit Statorwicklungen, bei dem Statorbleche ausgestanzt werden, die einen im wesentlichen kreisringförmigen Rand und von dort radial nach innen ragende, auf ihren radial inneren Enden Polschuhe tragende Stege aufweisen, wonach eine gewünschte Anzahl von Statorblechen zu einem Statorblechpaket zusammengefaßt werden und die Wicklungen um die Stege gelegt werden.

Elektromotoren, bei denen der Stator auf die obengenannte Weise hergestellt wird, sind aus der Praxis bekannt. Der Aufbau des Stators aus einzelnen Blechen führt zu günstigen magnetischen Eigenschaften des Stators, mit dem über die Statorwicklungen ein den Läufer antreibendes wanderndes Magnetfeld erzeugt wird. Allerdings ist das Anbringen der Statorwicklungen verhältnismäßig schwierig, insbesondere dann, wenn der Elektromotor eine verhältnismäßig große axiale Länge aufweisen soll. Die Wicklungen müssen dann nämlich von Innen her zwischen den seitlichen Enden der Polschuhe hindurch um die Stege gelegt werden. Dies ist zum einen recht aufwendig, zum anderen ist es schwierig, einen hohen Füllgrad in den Wickelräumen zu erreichen, was zwangsläufig eine größere Bauform der Motoren bedingt.

Aufgabe der vorliegenden Erfindung ist es daher, ein Statorblechpaket und ein Verfahren zum Herstellen eines Stators der eingangs genannten Art so zu verbessern, daß die Statorwicklungen auf einfache Weise und bei einem hohen Füllgrad in die Wickelräume des Stators eingebracht werden können.

Die Aufgabe wird für das Statorblechpaket dadurch gelöst, daß die seitlichen Enden benachbarter Polschuhe über mit dem Blech einstückig ausgebildete Verbindungsstege miteinander verbunden sind, und daß der im wesentlichen kreisringförmige Rand der Statorbleche im Bereich der radial äußeren Enden der Stege vom übrigen Blech abgetrennt ist.

Diese Lösung hat den Vorteil, daß die Wickelräume bei abgenommenem Rand der Statorbleche von außen frei zugänglich sind, so daß die Statorwicklungen von außen eingebracht werden können. Das ist nicht nur sehr viel einfacher, sondern ermöglicht auch einen höheren Füllgrad in den Wickelräumen, da sich die Wickelräume radial nach innen verjüngen und daher außen, von wo aus die Wicklungen in die Wickelräume eingelegt werden, stets genügend Platz zur Verfügung steht. Aber auch das Fertigstellen des Stators ist sehr einfach, da die Ränder der Statorbleche nach dem Bewickeln lediglich von außen über die äußeren Enden der Stege aufgeschoben werden brauchen, wonach der bewickelte Stator fertig ist. Es mag zwar zunächst ungünstig erscheinen, daß die seitlichen Enden der benachbarten Polschuhe verbunden sind, da hierdurch eine Schwächung der Luftspaltinduktion zu erwarten ist, obgleich diese Schwächung durch eine entsprechend kleine Dimensionierung der Verbindungsstege gering gehalten

werden kann. Von Vorteil ist die Verbindung der Polschuhe jedoch auch deswegen, weil sie eine Verringerung des Rastmomentes zur Folge hat und somit dem Elektromotor zu einem ruhigeren Lauf verhilft.

Bezüglich des Verfahrens wird die Aufgabe erfindungsgemäß dadurch gelöst, daß beim Ausstanzen der Statorbleche der im wesentlichen kreisringförmige Rand abgetrennt wird, wobei mit den seitlichen Enden der Polschuhe verbundene und mit dem jeweiligen Statorblech einstückige Verbindungsstege ausgestanzt werden, so daß die zusammengefaßten Ränder der Statorbleche eine Hülse bilden, während die zusammengefaßten, über die Polschuhe und Verbindungsstege miteinander verbundenen Stege radial nach außen offene Wickelräume begrenzen, in welche die Statorwicklungen von außen eingebracht werden, wonach die Hülse zum Verschließen der Wickelräume über die äußeren Enden der Stege aufgeschoben wird.

Mit diesem Verfahren läßt sich der bereits oben beschriebene Stator in besonders vorteilhafter Weise herstellen. Das Ausstanzen der nunmehr zweiteiligen Statorbleche erfordert keinen größeren Aufwand als das Ausstanzen üblicher Statorbleche. Da die Statorbleche zu einem Statorblechpaket zusammengefaßt sind, lassen sich die äußeren Ränder der Statorbleche wie eine Rohrhülse nach dem Bewickeln des Stators auf die Enden der Stege aufschieben.

Um die Schwächung der Luftspaltinduktion gering zu halten, sollte die Breite der Verbindungsstege in bevorzugter Weise kleiner sein als die Breite der seitlichen Enden der Polschuhe. Dabei können die seitlichen Enden der Polschuhe kontinuierlich in die Verbindungsstege auslaufen.

Es ist in diesem Zusammenhang günstig, wenn die Statorbleche aus Blechpaketen ausgestanzt werden, man spricht auch von Stanzpaketieren, da dann mehrere Statorbleche so miteinander verbunden sind, daß die Verbindungsstege und die angrenzenden Polschuhe ein Rohr bilden, das dem Statorblechpaket auch dann eine ausreichende Steifigkeit verleiht, wenn die Breite der Verbindungsstege auf ein Minimum reduziert wird.

Weitere vorteilhafte Ausgestaltungen der Erfindung ergeben sich aus den Unteransprüchen.

Im folgenden wird ein Ausführungsbeispiel der Erfindung anhand einer Zeichnung näher erläutert. Es zeigt

Fig. 1 in einer perspektivischen Ansicht einen geöffneten Elektromotor mit teilweise aufgeschnittenem Stator und durchtrennten Statorwicklungen,

Fig. 2 eine Draufsicht auf ein Statorblech und

Fig. 3 eine Seitenansicht auf ein geteiltes, bewickeltes Statorblechpaket, vor dem Zusammensetzen.

Die Fig. 1 zeigt einen Elektromotor, bestehend aus einem eine Welle 1 tragenden Läufer 2, auf dessen Umfang Dauermagnete 3 angeordnet sind und einem Stator 4 mit radial nach innen ragenden Polen 5, die an ihren radial inneren Enden Polschuhe 6 tragen und die mit den Statorwicklungen 7 bewickelt sind. Der Stator 4 ist aus einer Vielzahl von Statorblechen 8 aufgebaut, die später noch näher anhand der Fig. 2 erläutert werden. Diese Statorbleche 8 werden aus Blechpaketen ausgestanzt, wodurch die einzelnen Statorbleche 8 miteinander verbunden, oder auch stanzpaketiert werden. Ein solches Statorblechpaket 9 ist in Fig. 3 dargestellt und wird später noch näher erläutert. Zum Herstellen eines Stators 4 können mehrere solcher Statorblechpakete miteinander verbunden werden. Für kleinere Motoren kann bereits ein Statorblechpaket 9 ausreichen.

Betrachtet man anhand der Fig. 2 ein einzelnes Sta-

torblech 8, so erkennt man, daß dies im wesentlichen aus einem kreisringförmigen äußeren Rand 10 und sich von dort nach innen erstreckenden Stegen 11 besteht, die an ihren radial innen liegenden Enden die Polschuhe 6 tragen. Die Polschuhe 6 sind über Verbindungsstege 12 miteinander verbunden. An den radial äußeren Enden schmiegen sich die Stege 11 T-förmig an den Innenumfang des äußeren Randes 10 an. Anhand der ein bereits ausgestanztes Statorblech 8 zeigenden Fig. 2 ist gut zu erkennen, daß der äußere Rand 10 des Bleches 8 beim Ausstanzen desselben von den radial äußeren Enden der Stege 11 abgetrennt worden ist.

Anhand der Fig. 3 ist gut zu erkennen, daß dadurch, daß mehrere Statorbleche 8 zugleich aus einem Blechpaket ausgestanzt werden, die äußeren Ränder 10 der Statorbleche 9 eine Hülse 13 bilden, die beim Ausstanzen der Statorbleche bereits von dem übrigen Statorblechpaket 9 getrennt wird. Das übrige Statorblechpaket 9 sieht aus wie ein Stern, mit nach außen offenen Wickelräumen 14, die von den Stegen 11, den Polschuhen 6 und den diese verbindenden Verbindungsstege 12 begrenzt wird. Dieses sternförmige Statorblechpaket 9 weist auch dann eine ausreichende Stabilität auf, wenn die Verbindungsstege 12 sehr schmal sind, da die Verbindungsstege 12 zusammen mit den Polschuhen 6 ein verwindungssteifes Rohr bilden.

Zur Fertigstellung des Stators 4 werden nun um die die Pole 5 bildenden Stege 11 die Statorwicklungen 7 gelegt. Die Wicklungen lassen sich in der gleichen Weise aufbringen, wie man es beim Bewickeln eines Rotors gewohnt ist. Da sich die Wickelräume 14 radial nach innen verjüngen, läßt sich ein verhältnismäßig hoher Füllgrad in den Wickelräumen erreichen.

Nach dem Bewickeln wird die Hülse 13 auf das Statorblechpaket aufgeschoben. Da es erwünscht ist, daß die Hülse 13 stramm sitzt, ohne daß zusätzliche Verbindungen zwischen dem Statorblechpaket 9 und der Hülse 13 vorzusehen sind, wird die Hülse 13 vor dem Aufschieben erwärmt, so daß sie sich geringfügig ausdehnt, leicht über das Statorpaket 9 geschoben werden kann und nach Abkühlen stramm auf dem Statorblechpaket 9 sitzt.

Die Breite  $a$  der Verbindungsstege 12 ist bei dem hier gezeigten Ausführungsbeispiel etwa halb so klein wie die Breite  $b$  der seitlichen Enden der Polschuhe 6. Die Länge  $l$  der Verbindungsstege 12 beträgt etwa  $1/7$  der in Umfangsrichtung gemessenen Länge  $L$  der Polschuhe 6. Auf ihrer radial nach außen gewandten Seite sind die Verbindungsstege 12 gegenüber den seitlichen Enden der Polschuhe abgestuft.

Im folgenden wird die Wirkungsweise des erfindungsgemäßen Elektromotors erläutert. Die bei der Herstellung erreichbaren Vorteile des Elektromotors sind bereits erläutert worden. Hinsichtlich der Laufeigenschaften wirkt sich die Verbindung der seitlichen Enden der Polschuhe 6 in der Weise aus, daß zwar eine Schwächung der Luftspaltinduktion in Kauf genommen werden muß, daß andererseits jedoch das Rastmoment des Elektromotors verringert wird. Durch die Wahl der Breite der Verbindungsstege 12 läßt sich hier das gewünschte Optimum festlegen.

#### Patentansprüche

1. Statorblechpaket für einen Elektromotor mit Statorwicklungen, bei dem die das Paket bildenden Statorbleche (8) einen äußeren, im wesentlichen kreisförmigen Rand (10) aufweisen, von dem aus

Pole (5) bildende Stege (11) nach innen gerichtet sind, die an ihrem radial inneren Ende Polschuhe (6) tragen, wobei die Polschuhe (6), die Pole (5) und der Rand (10) Wickelräume (14) für die Statorwicklungen (7) begrenzen, dadurch gekennzeichnet, daß die seitlichen Enden benachbarter Polschuhe (5) über mit dem Blech einstückig ausgebildete Verbindungsstege (12) miteinander verbunden sind, und daß der im wesentlichen kreisringförmige Rand (10) der Statorbleche (8) im Bereich der radial äußeren Enden der Stege (11) vom übrigen Statorblech (8) abgetrennt ist.

2. Statorblechpaket nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Breite ( $a$ ) der Verbindungsstege (11) kleiner ist als die Breite ( $b$ ) der seitlichen Enden der Polschuhe (6).

3. Statorblechpaket nach einem der Ansprüche 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß die Breite ( $a$ ) eines Verbindungssteiges (11) höchstens die Hälfte der Breite ( $b$ ) des seitlichen Endes eines Polschuhs (6) beträgt.

4. Statorblechpaket nach einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, daß die Länge ( $l$ ) eines Verbindungssteiges (11) etwa  $1/7$  der in Umfangsrichtung gemessenen Länge ( $L$ ) eines Polschuhs (6) beträgt.

5. Statorblechpaket nach einem der Ansprüche 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, daß die Verbindungsstege (11) auf ihrer radial äußeren Seite gegenüber den seitlichen Enden der Polschuhe (6) abgestuft sind.

6. Verfahren zum Herstellen eines Stators (4) aus einzelnen Statorblechen (8) für einen Elektromotor mit Statorwicklungen (7), bei dem Statorbleche (8) ausgestanzt werden, die einen im wesentlichen kreisringförmigen Rand und von dort radial nach innen ragende, an ihrem radial inneren Ende Polschuhe (6) tragende Stege (11) aufweisen, wobei eine gewünschte Anzahl von Statorblechen zu einem Statorblechpaket (9) zusammengefaßt wird und die Statorwicklungen (7) um die Stege (11) gelegt werden, dadurch gekennzeichnet, daß beim Ausstanzen der Statorbleche (8) der im wesentlichen kreisringförmige Rand (11) abgetrennt wird, wobei mit den seitlichen Enden der Polschuhe (6) verbundene, mit dem jeweiligen Blech einstückige Verbindungsstege (11) ausgestanzt werden, so daß die zusammengefaßten Ränder (10) der Statorbleche (8) eine Hülse (13) bilden, während die zusammengefaßten, über die Polschuhe (6) und die Verbindungsstege (12) verbundenen Stege radial nach außen offene Wickelräume (14) begrenzen, in welche die Statorwicklungen (7) von außen eingebracht werden, wonach die Hülse (13) zum Verschließen der Wickelräume (14) über die äußeren Enden der Stege aufgeschoben wird.

7. Verfahren nach Anspruch 6, dadurch gekennzeichnet, daß die aus den Rändern (10) der Statorbleche (8) zusammengesetzte Hülse (13) vor dem Aufschieben erwärmt wird.

8. Verfahren nach Anspruch 6 oder 7, dadurch gekennzeichnet, daß die Statorbleche (8) aus Blechpaketen ausgestanzt werden.

9. Elektromotor mit einem Statorblechpaket nach einem der Ansprüche 1 bis 8.

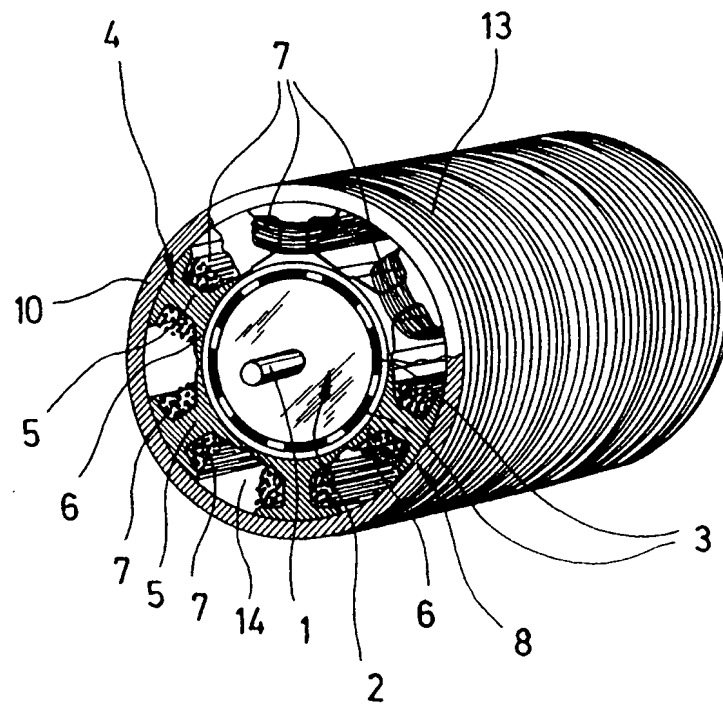


FIG.1

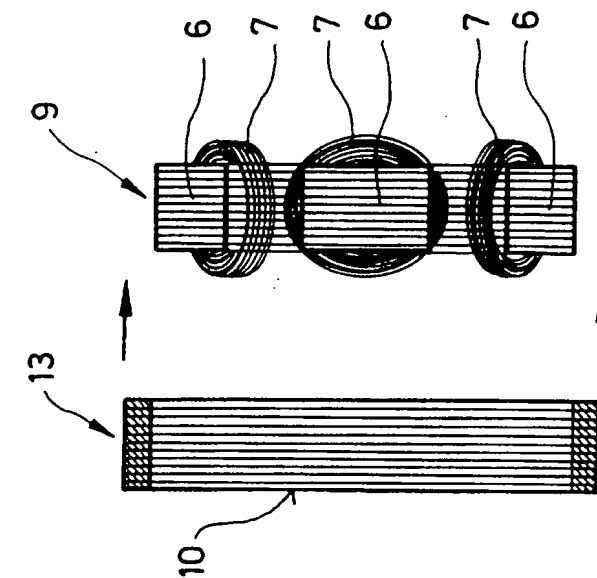


FIG. 3

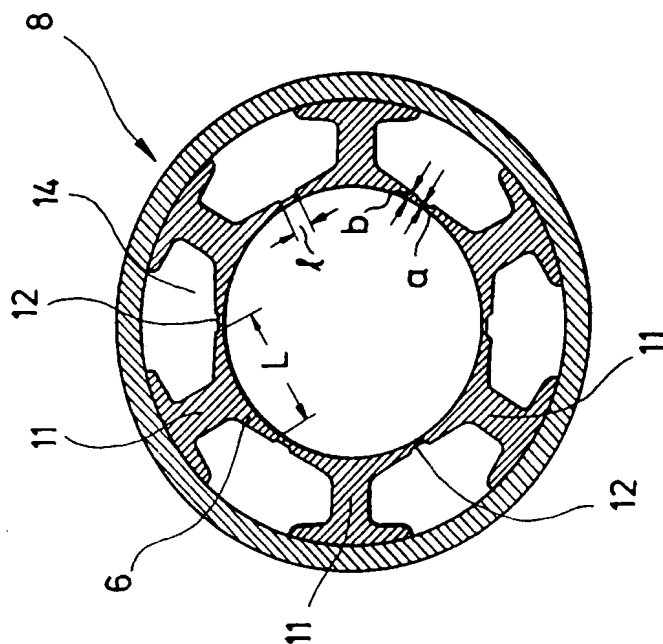


FIG. 2